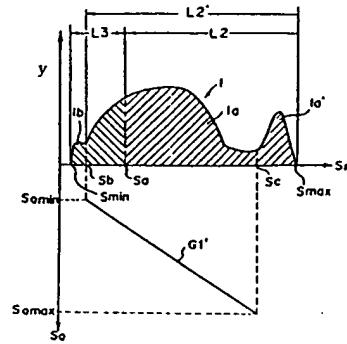


(54) METHOD FOR DETERMINING RADIOPHOTOGRAPH READING CONDITION  
AND/OR PICTURE PROCESSING CONDITION

(11) 2-110787 (A) (43) 23.4.1990 (19) JP  
(21) Appl. No. 63-265141 (22) 20.10.1988  
(71) FUJI PHOTO FILM CO LTD (72) TAKESHI FUNAHASHI  
(51) Int. Cl. G06F15/70, G03B42/02

**PURPOSE:** To make the best use of the advantages of a minimum value system and a maximum value system and to obtain an appropriate reading condition even for a radiograph fluctuated in a wide area by changing latitude for obtaining the reading condition at need in either the minimum value system or the maximum value system.

**CONSTITUTION:** A histogram 1 of a pre-read picture signal  $S_p$  obtained from an accumulating phosphor sheet has an area  $1a$  in latitude  $L_2$  and an area  $1b$  out of the latitude  $L_2$ . The latitude  $L_2$  is previously obtained statistically and stored, and the reading condition at actual reading time is obtained based on the pre-read picture signal  $S_p$  included in the latitude  $L_2$ . Here, when considerable dispersion exists in each radiograph, the necessity of the change of the latitude in the histogram 1 is judged, and the reading condition, etc., are obtained by changing the latitude at need. Thus, the advantages of the minimum value system and the maximum value system can be used best, and the optimum reading condition, etc., can be obtained according to each radiograph.

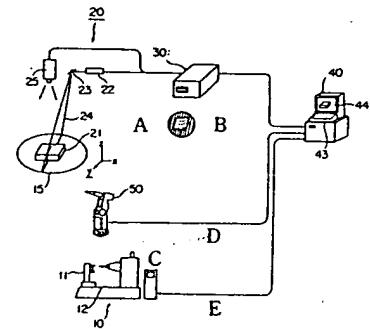


(54) METHOD FOR RECOGNIZING SHAPE OF THREE-DIMENSIONAL OBJECT

(11) 2-110788 (A) (43) 23.4.1990 (19) JP  
(21) Appl. No. 63-264587 (22) 20.10.1988  
(71) NIIGATA ENG CO LTD (72) HIDEYO KOISO(2)  
(51) Int. Cl. G06F15/70, G06F15/62, G06F15/72

**PURPOSE:** To accurately identify the type of a workpiece and to accurately specify the position and the posture of the workpiece by creating reference models for respective stable states of the workpiece, comparing the reference models with measured data, and recognizing the workpiece in a three-dimensional way.

**CONSTITUTION:** An FMS (flexible manufacture system) is composed of a machining center 10, an image pickup part 20, a three-dimensional shape measuring unit 30, a recognizing and displaying device 40, and a robot 50. Information to indicate the posture and the position of a workpiece 21 is transferred from the recognizing and displaying device 40 to the machining center 10 and the robot 50, and processing is executed based on the information. Here, the respective stable states of the workpiece 21 are adopted as the postures of the reference models, and the workpiece 21 is identified by comparing the geometrical feature amount of the reference models obtained off-line and the geometrical feature amount of the workpiece 21 based on the measurement obtained on-line. Thus the type, the position, and the posture of the workpiece 21 can be accurately identified.



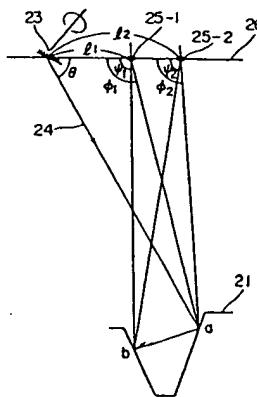
11: automatic jig, 22: laser light source, 23: scanner, 24: CCD camera, 30: measuring area, A: measurement of surface coordinate value of solid form, B: measuring points maximum: 480×500 points, C: model M/C, D: robot control program, E: processing program

(54) METHOD FOR RECOGNIZING SHAPE OF THREE-DIMENSIONAL OBJECT

(11) 2-110789 (A) (43) 23.4.1990 (19) JP  
(21) Appl. No. 63-264588 (22) 20.10.1988  
(71) NIIGATA ENG CO LTD (72) TADAMASA YAMADA  
(51) Int. Cl. G06F15/70, G01B11/24, G06F15/62

**PURPOSE:** To accurately discriminate a workpiece by providing two telecameras, obtaining a distance up to each point to be measured on the workpiece based on pictures obtained from the respective telecameras, and making each distance, the value of which obtained in one telecamera coincides with that obtained in the other telecamera, into the actual distance for each point to be measured.

**CONSTITUTION:** The second camera 25-2 is installed besides the first camera 25-1, and the heights of an (a) point and a (b) point are obtained by the principle of triangulation from the respective data of a distance 11 between the camera 25-1 and a scanner mirror 23, an angle  $\theta$  between a laser beam 24 directed to the point (a) and a reference surface 26, an angle  $\phi_1$  between a line linking the camera 25-1 to the point (a) and the reference surface 26, and an angle  $\phi_2$  between another line linking the camera 25-1 to the point (b) and the reference surface 26. In this manner, the heights of the (a) point and the (b) point are obtained separately by the camera 25-1 and the camera 25-2, obtained heights are compared with each other, and the coincident heights are made into the correct heights. Thus, the type, the position, and the posture of the workpiece can be accurately identified.



Partial Translation of Reference 3

Jpn. Pat. Appln. KOKAI Publication No. 2-110789

Filing No.: 264588/88

Filing Date: October 20, 1988

Applicant: Kabushiki Kaisha Nigata Tekkosho

Priority: Not Claimed

KOKAI Date: April 23, 1990

Request for Examination: Not filed

Int.Cl.: G 06 F 15/70

    G 01 B 11/24

    G 06 F 15/62

---

[Page 3, lower left column, lines 8-10]

Further, vision station 20 recognizes the kind,  
attitude and position of workpiece 21 taken by take-in  
conveyer 30.

Ref. 3

⑩日本国特許庁 (JP)

⑪特許出願公開

⑫公開特許公報 (A) 平2-110789

⑬Int.Cl.

G 06 F 15/70  
G 01 B 11/24  
G 06 F 15/62

識別記号

序内整理番号

405 7368-5B  
C 8304-2F  
415 8419-5B

⑭公開 平成2年(1990)4月23日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑮発明の名称 3次元物体の形状認識方法

⑯特 願 昭63-264588

⑰出 願 昭63(1988)10月20日

特許法第30条第1項適用 昭和63年(1988年)10月4日発行の日本工業新聞に掲載

⑲発明者 山田 忠正 新潟県新潟市岡山1300番地 株式会社新潟鐵工所新潟工作機工場内

⑳出願人 株式会社新潟鐵工所 東京都千代田区霞が関1丁目4番1号

㉑代理人 弁理士 志賀 正武 外2名

明細書

1. 発明の名称

3次元物体の形状認識方法

2. 特許請求の範囲

(1) レーザ光を工作物にあて、該工作物からの反射光をテレビカメラでとり、画像処理と3角測量の原理によって基準面から工作物まで距離を求めて、投入された工作物の種類、姿勢を割り出す形状認識方法において、

テレビカメラを2台設け、そのそれぞれのテレビカメラから得た画像に基づいて工作物上の被計測点までの距離を求め、各被計測点につきそれぞれのテレビカメラで求めた距離が一致したものを真の距離とすることを特徴とする3次元物体の形状認識方法。

(2) 請求項1記載の3次元物体の形状認識方法において、認識対象の工作物の最高点を中心として、特徴点を含む円弧を設定し、該円弧エリアにおける各高さについてモデルデータと計測データ

ークを比較し、工作物の種類、姿勢、位置を割り出すことを特徴とする3次元物体の形状認識方法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、FMS(フレキシブル生産システム)の工作物の判別に適用して効率な3次元物体の形状認識方法に係り、特に、光切断方式を用いた形状認識方法において反射光の影影響を除去し、工作物の判別を正確に行えるようにした3次元物体の形状認識方法に関する。

[従来の技術]

FMS、PMC(フレキシブル生産セル)においては、加工機械をマシニングセンタ等のNC機械が担当する。NC機械は、NCプログラムにて加工命令を与えるため、自由な加工が実現でき、生産の柔軟性は高い。しかしながら、搬送装置や治具等の周辺装置は、現在のところ柔軟性が低く、前記FMS、PMCにおけるシステムの柔軟性の一層の向上を阻害する大きな要因となっている。したがって、上記周辺装置の柔軟性を高める努力

が必要とされており、柔軟に対応し得る自動治具の開発や搬送系の柔軟性を高めるための工夫がなされている。

FMSの搬送系の柔軟性を高め、搬送自動化による工作機械の稼働率向上を実現する手段として、FMSに投入される工作物の種類を入口で認識し、FMSの制御命令を起動するビジョンシステム（画像認識装置）が開発され、最近注目され出している。

この種のビジョンシステムによれば、多品種の混流生産において、FMSに投入される工作物の種類、投入時の姿勢、位置などを入口で認識できる。したがって、これらの情報を利用して、加工プログラムの呼び出しやロボットによる工作物の把握、および治具への設定などを自動的に行うことが期待でき、搬送系の柔軟性を高めることができる。

このようなビジョンシステムの画像認識方法としては、レーザレンジファインダを利用して対象工作物にレーザ光をあて、その光線をテレビカメ

ラでとらえ、3角測量の原理にて工作物位置を求める方法がある。この方法には様々な手段があり、実用化されているが、その中に光切断方式と呼ばれているものがある。

光切断方式と言うのは、レーザ光をレンズにて線条にして工作物に投射し、そのレンズ光と物体とが交差する部分の輝線をテレビカメラで写し、その画像から3角測量の原理を利用して、その光の当たった場所の3次元位置を算出する方法である（第2図参照）。具体的には、レンズで収束した光をミラースキーナを用いて工作物に投射して走査を行うもので、スキーナを制御することによって、工作物全面にわたって位置座標を得、この得られた3次元データを基にして、工作物の種類、位置、姿勢を割り出すようになっている。

レーザ光の代わりにスリット光を利用する方法もある。要は、線条の光を工作物の表面に当て、その光がどの位置に当たるかにより、光の当たった部分の位置を算出する方法である。

〔発明が解決しようとする課題〕

-8-

ところで、上述した従来の方法は、工作物表面からの反射光をテレビカメラでとらえている。この場合、工作物の表面の反射量と表面形状によつては、光源から出で工作物表面で1回反射されテレビカメラにとらえられる正規の反射光と、表面で2回以上反射されてテレビカメラに入るノイズ反射光とが混在することがある（第6図において、点aからの反射光は正規の反射光であり、点bからの反射光はノイズ反射光である）。このノイズ反射光をとらえた場合、それを基に距離を求めるとなきな誤差となってあらわれる。そこで、この反射を少なくするために、工作物を被装するなどの細工が必要であった。

しかしながら、黒色等全く反射しない色にすると、本来のレーザ光（正規の反射光）もテレビカメラに写らなくなり、その調整が困難であった。このため、得られた画像データには欠落等が生じ、工作物の種類の識別、位置、姿勢の検定に正確さを欠くことがあった。

この発明は、このような背景の下になされたも

ので、工作物の種類、位置、姿勢を正確に識別することのできる3次元物体の形状認識方法を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題を解決するためにこの発明は、レーザ光を工作物にあて、該工作物からの反射光をテレビカメラでとり、画像処理と3角測量の原理によって基準面から工作物まで距離を求めて、投入された工作物の種類、姿勢を割り出す形状認識方法において、

テレビカメラを2台設け、そのそれぞれのテレビカメラから得た画像に基づいて工作物上の設計開点までの距離を求め、各設計開点につきそれぞれのテレビカメラで求めた距離が一致したものを利用することを特徴とする。

また、上記の3次元物体の形状認識方法において、認識対象の工作物の最高点を中心として、特徴点を含む円弧を設定し、該円弧エリアにおける各高さについてモデルデータと計測データを比較し、工作物の種類、姿勢、位置を割り出すことを

-8-

特開平 2-110789(3)

特徴とする。

【作用】

上記方法によれば、レーザ光の出射位置と角度、および2つのテレビカメラの位置と画像に基づいて、基準面から工作物のある点までの距離が3角測量の原理によって算出される。この場合、正規の反射光とその画像によって求めた距離は、2つのテレビカメラで一致するが、ノイズ反射光とその画像によって求めた距離は、2つのテレビカメラで一致しない。なぜならば、ノイズ反射光は正規の反射光と異なった方向に進むことで、3角測量の原理が適用できないからである。

したがって、2つのテレビカメラで一致した距離を採用し、不一致のものを破棄すれば、ノイズ反射光によって誤った距離を算出することがなくなり、信頼性の高いビジョンシステムを提供できる。

また、工作物の最高点を中心とした円弧のエリアの3次元データを採取し、これをモデルデータと比較して、工作物の種類、位置、姿勢を割出す

ため、迅速かつ正確な種類、位置、姿勢の認識が可能である。また、データの採取範囲が限定されるから、モデルデータによる特徴量の設定も簡単になる。

【実施例】

以下、図面を参照して、本発明の実施例を説明する。

まず、第1図および第2図を参照して、この発明による方法を適用した実施例装置を説明する。

第1図は、この装置の構成を示す平面図である。この装置は、加工機能を受け持つマシニングセンタ10と、ビジョンステーション20をもち工作物21を搬入する搬入コンベア30と、製品41を搬出する搬出コンベア40と、搬入、搬出ロボット50とから構成される。

マシニングセンタ10は、自動治具11によってテーブル12上に固定された工作物21を加工するもので、工具ドリム13aとチエンジアーム13bとからなる自動工具交換装置（以下、ATCという）13によって、自動的に工具を交換し

-1-

-8-

ながら加工を実施する。

搬入、搬出ロボット50は、搬入コンベア30から工作物21を取り出して、マシニングセンタ10の自動治具11へ搬入する機能と、加工完了後、自動治具11から製品（加工品）41を取り出し、搬出コンベア40へ搬出する機能を有するものである。

また、ビジョンステーション20は、搬入コンベア30に搬入された工作物21の種類、姿勢、位置を認識する。ビジョンステーション20にて認識された工作物21の種類、姿勢、位置は、マシニングセンタ10およびロボット50に教えられ、この情報を基に加工が行われる。すなわち、この情報に基づいて、マシニングセンタ10におけるNCテープの呼出、ATC13による工具の交換、治具の選択、あるいはロボット50の把持制御などが行われる。

この様に、ロボット50は、ビジョンステーション20で得られたデータによって、工作物21を把握してテーブル12へ搬送する。よって、搬入

コンベア30への工作物21の投入は任意の姿勢で置くだけによく、作業者の負担が非常に軽くなる。第2図は、ビジョンステーション20の構成を示す斜視図である。ビジョンステーション20は、搬入コンベア30上の一定位置で、光電スイッチ22などによって工作物21の通過を検出する。工作物21を検出すると、スキャナミラー23で反射されたレーザ光24を工作物21に照射し、テレビカメラ（CCDカメラ）25によって、工作物21を撮影し、3次元データを採取する。

次に、スキャナミラー23を一定の角度回し、レーザ光24を移動させて同様にデータを採取する。この処理を繰り返し、ビジョンステーション20全面にわたるデータを採取し、得られた3次元データから位置、姿勢、特徴量などを算出する。

第3図は、得られた3次元データに基づいて、基準面26から工作物21の任意の点までの距離を計算する方法、すなわち3角測量の原理を示すものである。

-9-

-581-

-10-

特開平 2-110789(4)

図において、テレビカメラ 25 のレンズ中心を原点、この原点を通りスキナミラー 28 の回転軸に直交する軸を  $x$  軸、スキナミラー 23 の回転軸に平行で原点を通過する軸を  $y$  軸、原点を通過する直底下方を  $z$  軸、上記  $x$  軸を含む水平面 ( $x-y$  平面) を基準面 26 とし、スキナミラー 23 の回転軸の  $x$  座標を  $\ell$  とする。また、基準面 26 とレーダ光 24 とがなす角度を  $\theta$ 、正規の反射光 27 と基準面 26 とがなす角度を  $\phi$ 、搬入コンベア 30 の表面の  $z$  座標を  $l$  し、工作物 21 上の輝点  $P$  の空間座標を  $(x, y, z)$  とすると、座標  $(x, y, z)$  は、次式から求められる。

$$\begin{aligned} \ell &= \ell * \tan \theta * \tan \phi / (\tan \theta + \tan \phi) \\ x &= x_a * \ell / l \\ y &= y_a * \ell / l \\ \phi &= \arctan (l/x_a) \end{aligned}$$

ただし、 $x_a$  および  $y_a$  は搬入コンベア 30 の表面での反射位置の座標である。また角  $\theta$  はスキャナに対する指令値から求められる。

-11-

する方法では、一部が見えないとか、陰になる部分が出るなどで正確なデータを得にくい。そのため、種類あるいは位置、姿勢の認識に不都合を感じるおそれがある。

そのため、本実施例では、得られた 3 次元情報を利用し、物体の特徴点を含む円弧を判別基準として切り出し、そのデータの並び状態で判別を行っている。工作物 21 を上面からみた場合、その高さが最大の部分は必ず見え、データの採取が可能である。よって、本実施例は、工作物 21 の最大高さ部分の中心を中心とする、工作物 21 の特徴点を含む円弧を仮定し、そのデータの並びをモデルでの同様なデータ群と比較し、一致するか否かで種類の認識をすることとした。

まず、モデル作成時に、特徴点を含む円弧を指定し、そのデータを  $0^\circ$  から順次記憶し、データ群を作成しておく。次に、工作物 21 の認識時には種類、位置、姿勢が不明であるから、モデル側からデータの円弧半径を調べ、その円弧でデータを取り出し、 $0^\circ$  からのデータを順次並べてデータ

こうして得られた点群の座標データを基にして、工作物 21 の種類、位置、姿勢を求める方法を以下に示す。

図示せぬコンピュータ内に工作物の特徴量を工作物毎にあらかじめ記憶しておく、計測データから得られたデータを基にして各特徴量を出す。その特徴量を順次比較し、一致したものを目的の工作物とする。

これに利用される特徴量としては、上からみたときの最高部の高さ、位置、最高部の面積、正射影の面積などの情報がある。

ところで、輝線の位置から高さを算出する場合、前述したように、輝線の反射光 (工作物 21 の表面で 2 回以上反射したノイズ反射光) を本来の輝線として計算すると、実際の高さ以上のデータが出来る場合があり誤認の確率が高くなる。

また、位置、姿勢が予め特定されるような工作物においては、光切削法にて特定の場所の高さの変化を求め、その変化具合から種類を求める方法もあるが、この様な 2 次元情報に置き換えて認識

-12-

タ群を作成する。これら 2 つのデータ群を比較し、そのままで一致していれば、種類も姿勢も一致していると判定し、モデルの工作物と計測した工作物 21 の種類は同一であるとする。また、工作物 21 の姿勢回転角は  $0^\circ$  となる。

データが一致しない場合は、一定角度毎にデータをずらし一致するか否かを調べる。一回転分比較しても一致しない場合は、次のモデルを調べる。

以上の処理を、工作物 21 とモデルとが一致するまで繰り返し、モデルを探索する。この場合でも、円弧に当たる部分のデータに陰の部分が生じ、データが取れないことが有り得る。しかし、データの並び方を比較し、データ採取された部分についてモデルデータとの間で、一致、不一致を調べれば認識が可能となる。一致するかどうか、計測したデータを一定角度毎に動かすから、一致したときの動かし量が工作物の姿勢角度に相当する。

また、モデルデータの  $x-y$  座標値  $(0, 0)$  をカメラ中心という具合に決めておけば、そのモデルの中心と計測データの円弧の中心を一致させ

-13-

-582-

-14-

るために動かした量が位置ずれになる。

第4図を参照して、この方法について説明する。今、第4図(a)に示すような工作物21があった場合、各面が底面となつた5つの姿勢を取ることが想定される。この各姿勢についてモデルデータを認識装置に記憶する。

第4図(a)の姿勢のごとく、面(P1-P2-P6-P4)を底とした姿勢を例として説明する。この場合は、点P3が最大高さとなる。ここで、第4図(b)に示すように、この点P3を座標x-yの原点になるように決め、その姿勢をテレビカメラ25で撮像してデータを採取する。また、得られた点群データについて基準円Cを仮定し、この基準円Cとx軸と交差する点P1を始点として、基準円Cの左回り(一定方向で有ればよい)に分解能の単位でデータを整理し、モデルデータのテーブルとして記憶する。このテーブルには基準円Cの半径Rも記憶する。

次に、第4図(c)に示す姿勢で工作物21が置かれていた場合の、姿勢、位置、種類の決定方

法について説明する。

ビジョンステーション20にて、データを採取し最大高さ部を検出。この場合も点P3が最大値となるから、この点の位置(x, y)が位置ずれとなる。次に、モデルデータの基準円Cの半径Rを調べ、その半径Rの基準円Cに沿ってデータを切り出し、計測データのテーブルを作成する。このテーブルとモデルデータテーブルとを比較して一致不一致を調べる。

不一致の場合、一定角度毎に計測データテーブルのデータを巡回させ、同様に比較する。一回転分比較しても高さのパターンが一致しない場合は、このモデルデータではないとして、次のモデルについて同様の処理を行う。一致した場合は、選ばれたモデルがその工作物21の種類であり、そのときの回転角度が姿勢となる。

第4図では、モデルデータのA点(図図(b))が計測データのA'点(図図(c))に相当する。すなわち、工作物21は、モデルデータの点P3を中心として、点Aが点A'に當なるように回転

された姿勢にあると認識される。言い換えれば、工作物名、その位置(x, y)、姿勢(A→A')が認識され、このデータがロボット50とマシニングセンタ20に知らされる。

通常、ビジョンシステム20においては、レーザ光24を出力するレーザ発振器とその工作物上の輝線を図像として取り込むカメラ台とが対になって構成される。

ところが、第5図に示すごとく、工作物21に凹凸があると、工作物21上のa点に当たった光が反射して、工作物21上の別の点bが光り、その点も正しい輝線と捕らえられる。この場合、工作物21上の複数の輝線から目的の輝線を判別するのは困難であり、第5図のb部の輝線をもとに算出された高さは実際とは違う高さになる。

そこで、第5図では第1のカメラ25-1の他に第2のカメラ25-2を設置し、カメラ25-1とスキヤナミラー23との間の距離d1、点aに向かうレーザ光24と基準面26とのなす角θ1、カメラ25-1と点aとを結ぶ線が基準面26となす角θ2、カメラ25-2と点bとを結ぶ線が基準面26となす角θ3の各データから3角測量の原理でa点、b点の高さを求める。

同様にカメラ25-2とスキヤナミラー23との間の距離d2、点aに向かうレーザ光24と基準面26とのなす角θ2、カメラ25-2と点bとを結ぶ線が基準面26となす角θ3の各データから3角測量の原理でa点、b点の高さを求める。

こうして、カメラ25-1, 25-2で別々にa点、b点の高さを求め、得られた高さ同士を比較して、一致したものを正しいものとする。第5図の場合、a点の高さは、カメラ25-1, 25-2から得られた高さが一致する。よって、a点が採用される。

一方、b点は高さが一致しないので不明として捨てられる。この理由は、角θにある。すなわち、点aの場合、角θに基づいて3角測量によって正しい高さを求めることができるが、点bの場合は、

特開平 2-110789(6)

角のによっては正しい高さを求めることができないからである。

この様に、2台のカメラ25-1、25-2からみて、両方のカメラ25-1、25-2から得られたデータのうち、一致しているもののみを採用して距離と特徴量を算出する。よって、工作物21を誤って認識することが無い。

[発明の効果]

以上説明したように、この発明は、2台のカメラを設けることによって、反射光に基づいて誤った距離を算出するといった不都合を解消することができる。したがって、信頼性の高いビジョンシステムを提供することができる。

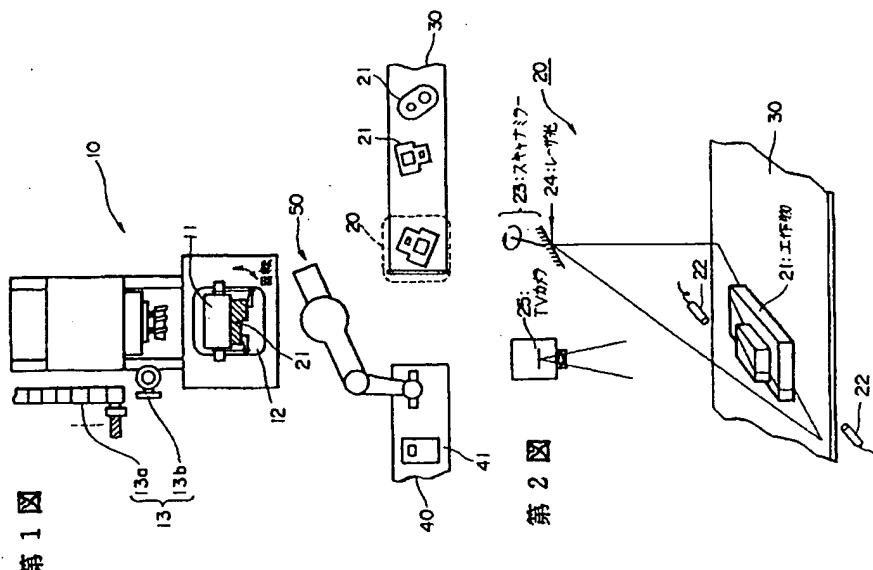
また、工作物の最高部を中心とした円弧によって形成される限られたエリア内で3次元データを採取し、これによって工作物の種類、位置、姿勢を割出す方式のため、迅速、正確な種類、位置、姿勢の認識が可能である。また、特徴量の設定も簡単になる。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明による方法を適用した実施例装置の構成を示す平面図、第2図は同装置におけるビジョンステーションの構成を示す斜視図、第3図は同実施例にて用いる測定方法(3角測量法)の原理を説明するための図、第4図は同実施例にて用いる特徴量抽出方法を説明するための図、第5図は工作物の表面反射光によって行われる誤認を説明するための図である。

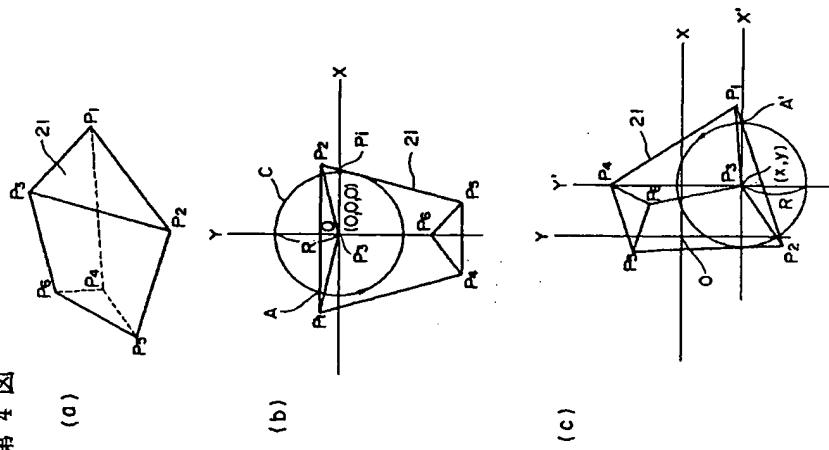
10……マシニングセンタ、20……ビジョンステーション、21……工作物、22……光電スイッチ、23……スキャナミラー、24……レーザ光、25、25-1、25-2……テレビカメラ、26……基準面、30……搬入コンベア、40……搬出コンベア、50……搬入、搬出ロボット。

出願人 株式会社 新島鉄工所

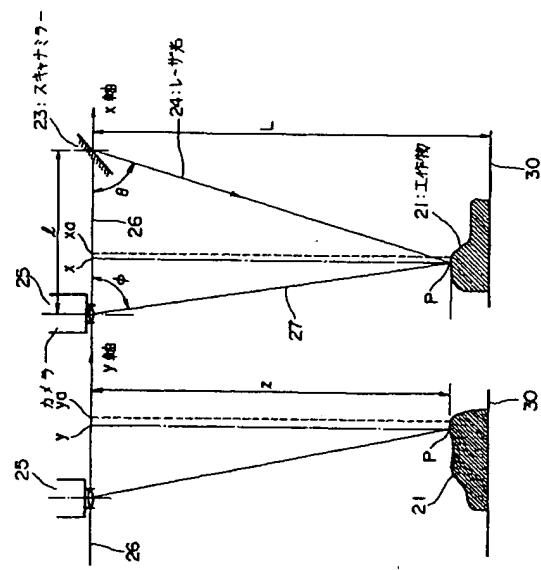


第1図

第 4 図



第 3 図



第 5 図

